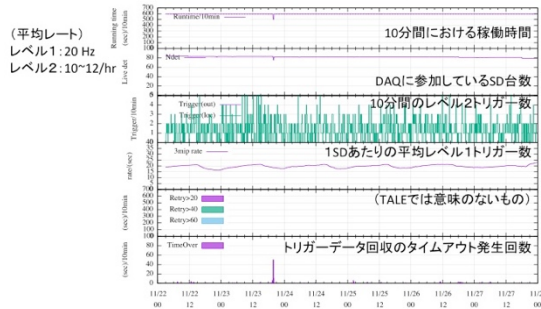


平成 29 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：TALE 実験用地表検出器の開発と性能試験 英文：Research and development of the surface detectors for the TALE experiment
研究代表者	萩尾彰一（大阪市立大学・大学院理学研究科・教授）
参加研究者	常定芳基（大阪市立大学・大学院理学研究科・准教授） 佐原涼介（大阪市立大学・大学院理学研究科・M2） 織田浩行（大阪市立大学・大学院理学研究科・M1） 佐川宏行（東京大学・宇宙線研究所・教授） 竹田成宏（東京大学・宇宙線研究所・助教）
研究成果概要	<p>TA Low energy Extension (TALE) 実験のための地表検出器 (Surface Detector、SD) の開発をこれまで継続してきた。平成 26・27 年度には明野超大空気シャワーアレイ (AGASA) 実験用シンチレーション検出器の TALE 実験での再利用の可能性を探るため、経年劣化しているシンチレーターの特性を測定し、再利用する際の選別基準を決めた。しかし結果的には、TALE 実験と TA×4 実験が同時にスタートしたことから、AGASA 検出器の再利用を取りやめ、2 つの実験で SD の仕様を統一し製造することで、コストダウンをはかることとなった。平成 28 年度には共同利用費を得て、TALE 実験用 SD エレクトロニクス内の通信仕様の UART から SPI への変更に着手し、UART 版と SPI 版の両方のエレクトロニクスを用いた試験を、日・米で実施し、SPI に変更することでデータ収集速度が実効的に約 1.3 倍速くなることを確認した。</p> <p>平成 29 年度には、大気蛍光望遠鏡 (Fluorescence Detector、FD) のイベントトリガーによる SD からのデータ収集、すなわちハイブリッド観測システムの実現に向けた開発に着手した。TALE 実験 FD の側でのハイブリッドトリガー用時刻情報の送り出しの部分は 2017 年末までに完成した。SD アレイのホスト側での対応部分、すなわち FD からのトリガー情報を受信し、それに基づいて全 SD への波形収集命令の送出部分の開発を進め、実験室レベルでのシステムは大阪市立大学内で完成し、試験用空気シャワーアレイでの運用は行われている。2018 年度始めに FD・SD 間での送受信データフォーマットとトリガー条件パラメーターを調整した後、2018 年 8 月に完成する予定である。</p> <p>TALE 実験 SD アレイは、平成 29 年 2 月に空気シャワーアレイとして試験観測を開始し、エレクトロニクスに組み込むファームウェア・DAQ ソフトウェアの開発を継続した後、2018 年 2 月に、全 80 台からなる SD アレイが完成し、TALE 実験 SD アレイとして運用を開始した。図 1 左は試験運用中のアレイの運転状況を、図 1 右は特定の 1 台の SD の稼働状況である。このような図を全 SD に対して毎週作成し、稼働状況を確認している。</p>

TALE-SDアレイの運転状況

トリガー条件 レベル0:>0.3MIP(波形信号保持)
 レベル1:>3MIP in 2.56us(検出器ヒット)
 レベル2:検出器ヒットが5台以上 in 8us(データ収集トリガー)



TALE-SD検出器の稼働状況

10分間あたりの通信エラー数
 バッテリー電圧
 太陽電池電圧
 バッテリー温度
 シンチレータ温度
 CH1ベDESTAL
 CH2ベDESTAL
 CH1 1MIPピーク
 CH2 1MIPピーク
 レベル0トリガーレート

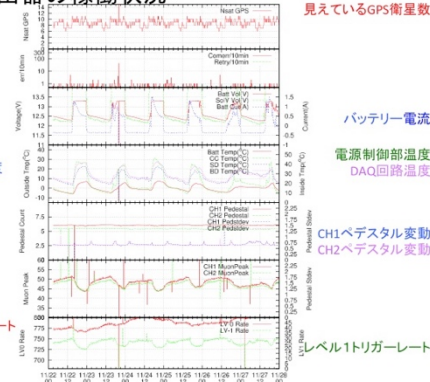


図 1 : (左) TALE-SD アレイの運転状況。(右) TALE-SD アレイ内の SD#5502 の稼働状況。
 平成 29 年 11 月 22 日 0 時 (UTC) から 11 月 28 日 0 時 (UTC) までの間の状況である。

(2017 年度に出版された関連論文、および国内外学会での研究発表)

- 佐原涼介ほか「TA 実験 294: TALE 実験全体報告」日本物理学会第 72 回年次大会 (大阪大学、2017 年)
- T. AbuZayyad, “Cosmic Rays Energy Spectrum from PeV to EeV energies measured by the TALE detector”, ICRC2017, Busan, KOREA(2017)
- S. Udo, “The Telescope Array Low-energy Extension”, ICRC2017, Busan, KOREA(2017)
- Y. Takahashi, R. Sahara, S. Konishi, T. Goto and S. Ogio for the Telescope Array collaboration, “Development of the News DAQ System for the SD Array of TA×4 and TALE”, Proc. of UHECR2016, JPS Conf. Proc. 19, 011038(2018)
- S. Ogio for the Telescope Array collaboration, “Telescope Array Low energy Extension: TALE”, Proc. of UHECR2016, JPS Conf. Proc. 19, 011026(2018)
- 荻尾彰一ほか「TA 実験 304: TALE 実験全体報告 2」日本物理学会 2017 年秋季大会 (宇都宮大学)
- 佐原涼介ほか「TA 実験 305: TALE 実験、TA×4 実験用地表検出器アレイのための制御エレクトロニクスとデータ収集システムの開発」日本物理学会 2017 年秋季大会 (宇都宮大学)
- 藤田慧太郎ほか「TA 実験 313: TALE 実験全体報告 3」日本物理学会第 73 回年次大会 (東京理科大学、2018 年)